

全般照明を用いたタスク・アンビエント照明方式における天井および壁の設計輝度を満足する簡易設計法の開発

松下 進
(松下進建築・照明設計室)

三木 保弘
(国土交通省国土技術政策総合研究所)

山口 秀樹

1. はじめに

オフィスの照明設計において、タスク・アンビエント照明方式（以下、TAL方式）は省エネルギー性能の一層の向上の観点から注目されている¹⁾。TAL方式の照明設計では、必要な明るさや見え方を得るために、タスク照明の光量とアンビエント照明の光量を空間内に適切に配分することが重要である。そのためにはそれぞれに設計目標値が必要であり、設計規準等¹⁾²⁾には、タスク照明の要件としての作業面平均照度だけでなく、アンビエント照明の要件として、空間の明るさ感を確保するための天井や壁における平均輝度や平均照度の値が示されている。作業面平均照度は、これを設計目標値とする簡易設計法として光束法があり、設計の初期段階において目標値を満足するための照明器具仕様や灯数・配置などの基本設計を簡易に行うことができる。しかし天井や壁の平均輝度を設計目標値とする簡易設計法は提案されていないため、例えば照明シミュレーションの結果として得られた輝度値を確認後に照明の仕様を変更してシミュレーションを繰り返すなどの試行錯誤が生じやすい。

本研究の目的は、照明設計の初期段階において、設計目標値としての天井および壁の平均輝度や机上面平均照度等に基づき、タスク照明とアンビエント照明の器具仕様や灯数・配置等を検討できる簡易設計法を開発することである。本来、TAL方式におけるアンビエント照明の計画には様々な工夫が考えられるが、本報ではアンビエント照明としては基本的な、天井照明器具による全般照明の場合（以下、全般照明型 TAL方式）の簡易設計法を検討した内容、及び、簡易設計を試行し、室内反射率が異なる場合のエネルギー消費の違いを検討した結果を報告する。

2. 全般照明型 TAL方式における簡易設計法

全般照明型 TAL方式は、アンビエント照明で作業面平均照度がある程度得られるため、まず天井および壁の設計輝度を満足するアンビエント照明器具の器具光束や灯数を算出し、次にアンビエント照明だけでは不足する作業面の設計照度をタスク照明器具で補う手順とした。設計フローは図1の通り。

アンビエント照明の設計は以下の手順で行うこととした。

- ① 仮のアンビエント照明（器具光束は 1000lm に設定）による天井および壁の照度を算定する。
 - (ア) 採用予定の器具配光に近い仮の器具を選定する。
 - (イ) 全般照明型 TAL方式では、器具から放射される光束が概ね床と壁に入射することから、仮の器具の固有照明率表における床の固有直射照明率を用いて器具光束を床と壁の第1回入射光束に分配し、床と壁の直接照度を算出する。
 - (ウ) 全般照明では空間内の光が比較的均一に近くなることから、室内各面の間接照度を一定とみなし、床と壁の第1回反射光束を用いて、間接照度を算出する。
 - (エ) 各面における直接照度と間接照度を合算し、器具光束 1000lm 当たりの各面の全照度を算定する。

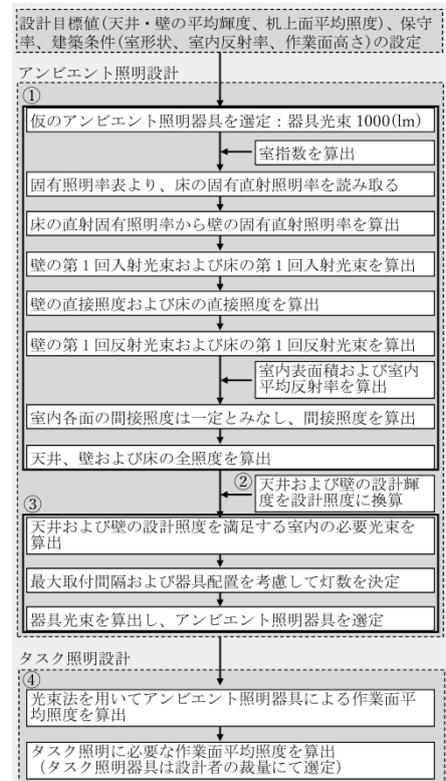


図1 全般照明型 TAL方式簡易設計法の設計手順

- ② 天井および壁の設計輝度から、建築条件にて設定した反射率を用い各面の設計照度へ変換する。
 ③ ②で得られた各面の設計照度と、①で得られた器具光束 1000lm 当たりの天井・壁の全照度との比から、各面の設計照度を満たす器具光束や灯数を算出する。

タスク照明の設計は以下の手順で行うこととした。

- ④ アンビエント照明器具のみによる作業面平均照度を光束法にて算出し、作業面の設計照度との差からタスク照明に必要な作業面平均照度を算出する。タスク照明は事例ごとに固有の条件が多いため、本設計法ではタスク照明に必要な作業面平均照度を算出するに止め、それを必要条件として設計者の裁量で照明器具を選定する形とする。

3. 簡易設計法による設計事例の試行とエネルギー消費の比較

天井埋込照明器具(拡散配光)を用い、照明条件を表 1、建築条件を表 2 上部として、本設計法を 3 例試行した。これらは天井・壁・床の反射率のみが異なる。設計結果を表 2 網掛け部に示す。併せて、設計後の光環境^{注1}としての天井・壁の平均輝度および作業面平均照度、さらに省エネルギー効果も表 2 下部に示した。

アンビエント照明により天井、壁双方の平均輝度を設計輝度以上得られるように器具を選定する場合、いずれの試行事例においても、天井の平均輝度を満たすアンビエント照明の器具光束を採用する必要があった。またアンビエント照明のみでは不足するタスク照明に必要な作業面平均照度を算出すると、No.3 の事例ではアンビエント照明のみで作業面の設計照度を上回る結果となっていることから、No.3 で設定した条件では全般照明型 TAL 方式による設計には不向きであり、室内反射率等の設計条件を再考する必要がある。

次に作業面の設計照度を満たすために必要となるタスク照明の器具光束を試算^{注2}し、室内に 47 灯のタスク照明を配置した場合^{注3}における室全体のエネルギー消費^{注4注5}を、全般照明方式で設計した場合と比較すると、No.2 の事例において約 37%の削減効果があることが推定された。

4. まとめ

アンビエント照明に天井照明器具による全般照明を採用する全般照明型 TAL 方式において、光束法を応用し、天井および壁の設計輝度等の設計目標値を満たす照明器具仕様や灯数・配置が容易に得られる簡易設計法を開発した。また設計事例の試行を行い、省エネルギー性の確認を行った。

なお本報での設計事例では、天井、壁双方の設計輝度を満たすように設計を行ったが、設計輝度値や適した輝度のバランスについては検討の余地があると思われ、これらの設計目標値の検討に合わせて本設計法を改善していく必要がある。またアンビエント照明に天井照明器具を用いない場合についての設計法の拡張も今後の課題である。

表 1 試行事例の照明条件 (各事例共通)

天井の設計輝度(cd/m ²)	15
壁の設計輝度(cd/m ²)	20
作業面の設計照度(lx)	500
保守率(-)	0.81

【参考文献】

- 1) 照明学会編：オフィス照明設計技術指針, JIEG-008, 2017.5
- 2) 日本建築学会編：照明環境規準・同解説, AIJES-L0002-2016, 2016.6

表 2 試行事例の建築条件、設計結果および設計後の光環境・省エネ効果

項目		建築条件、設計結果、設計後の光環境・省エネ効果		
設計事例番号		No.1	No.2	No.3
建築条件	室大きさ(m)(間口×奥行×天井高さ)	21.6×14.4×3	21.6×14.4×3	21.6×14.4×3
	室内反射率(-)(天井, 壁, 床)	0.7,0.5,0.1	0.7,0.7,0.3	0.5,0.5,0.1
	作業面高さ(m)	0.8	0.8	0.8
設計結果	アンビエント照明器具の器具光束(lm)	3667	1463	5833
	アンビエント照明器具の灯数(灯)と配置(間口の列数×奥行の列数)	54 9×6	54 9×6	54 9×6
	タスク照明に必要な作業面平均照度(lx)	20	270	-246
設計者の裁量部分	タスク照明器具の器具光束例(lm) ^{注2}	31	417	0
	タスク照明器具の灯数例(灯) ^{注3}	47	47	47
設計後の光環境 ^{注1}	天井面平均輝度(cd/m ²)	15	15	15
	壁面平均輝度(cd/m ²)	40	32	62
	作業面平均照度(lx)	500	500	746
省エネ効果	省エネルギー率(%) ^{注4注5}	-3.0	-36.8	49.3

注 1: 本簡易設計法の計算過程
中の計算値と設計結果より設計後の光環境を算出

注 2: 拡散配光器具を机上 0.5m
に設置し、作業面を 0.5m×
0.5m と仮定した場合に必要な
器具光束

注 3: 1 灯/人および人員密度を
0.15(人/m²)と仮定した場合の
灯数

注 4: (タスク・アンビエント
照明方式の消費電力-全般照
明方式の消費電力)/全般照
明方式の消費電力

注 5: 計算に用いた照明器具の
固有エネルギー消費効率
アンビエント照明: 100(lm/W)
タスク照明: 150(lm/W)